

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-259655

(43)公開日 平成7年(1995)10月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
F 02 M 25/07  
F 02 B 29/08

識別記号 570 L  
510 B  
550 G  
R  
E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全6頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-76604

(22)出願日

平成6年(1994)3月23日

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 小沢 吾道

栃木県小山市横倉新田400 株式会社小松

製作所小山工場内

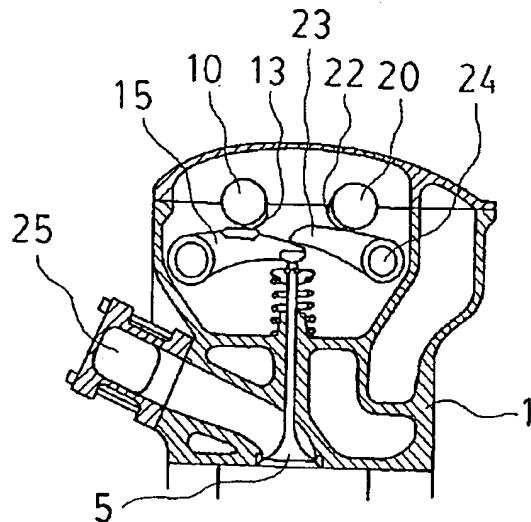
(74)代理人 弁理士 橋爪 良彦

(54)【発明の名称】 排気還流装置

(57)【要約】

【目的】 可変圧縮比エンジンの排気還流を、高負荷時には低EGR率に、低負荷時には高EGR率になるようとする。

【構成】 シリンダヘッド1にそれぞれ2個の吸、排気弁を設け、第1カムシャフト10、第2カムシャフト20で作動する。第2排気弁5は吸気行程中に第2カムシャフト20のカム22によってレバー23、ロッカーアーム15を介して作動し、排気還流する。低圧縮比の早閉じミラーサイクルで高負荷時には第2排気弁5はピストン上死点付近で開閉し、低EGR率にする。第2カムシャフトの位相を変え、高圧縮比の通常サイクルで低負荷時には第2排気弁5をピストン下死点前90°で開閉して高EGR率にする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 排気ガスの一部を吸気中に還流する排気還流装置を備え、吸気行程中に排気弁を開閉する手段を具備した内燃機関の排気還流装置において、1気筒あたり2個以上の吸気弁と、少なくとも1個以上の排気弁を備え、該吸気弁、および排気弁を作動するカムを設けた第1カムシャフトと、少なくとも1個の吸気弁、および排気弁を作動するカムを設けた第2カムシャフトとを具備したことを特徴とする排気還流装置。

【請求項2】 前記内燃機関において、少なくとも1個の吸気弁、および排気弁のバルブタイミングを、これらを開閉する第2カムシャフトのカムの位相を変化させることにより可変とすることを特徴とする請求項1記載の排気還流装置。

【請求項3】 前記内燃機関の吸気行程において、吸気弁の閉時期をピストン下死点前に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン上死点付近に設定し、高負荷時は少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点前に設定し得る弁駆動装置を備えたことを特徴とする請求項2記載の排気還流装置。

【請求項4】 前記内燃機関の吸気行程において、吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点前に設定し、運転条件によっては少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点後に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点付近に設定し得る弁駆動装置を備えたことを特徴とする請求項2記載の排気還流装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内燃機関の排気還流装置に関し、特には、通常サイクルとミラーサイクルとの変換を可能にした可変圧縮比エンジンの排気還流装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両用エンジンでは、従来より、排気ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>を低減するために、不活性ガスである排気ガスを吸気中に還流し、燃焼ガス温度を低下させる排気還流（EGR）が行われている。

【0003】 ところで、エンジンの高負荷時にはEGRガスの温度が低いほど体積効率が向上し、EGRガス量が多いほど燃焼温度が低下してNO<sub>x</sub>が減少する。軽負荷時にはEGRガスの温度が低いと燃焼が不安定になるのでEGRガスの温度は高い方が良い。そのため、EGRガスの冷却手段を設けて高負荷時にはEGRガスを冷却し、軽負荷時にはEGRガスを冷却しないように制御する方法をとったものがある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、高負荷時にEGRを行うと燃費悪化、出力低下などの悪影響が

2

生ずる。したがって、EGRガスの供給量（EGR率）は低負荷時ほど多く、高負荷時ほど少なくする必要がある。

【0005】 本発明は上記の問題点に着目してなされたもので、低負荷時にはEGR率を高くし、高負荷時にはEGR率を低くして、特に通常サイクルとミラーサイクルとの変換が可能な可変圧縮比エンジンの広い運転域に対して、常に最適のEGRを行なう排気還流装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的達成のため、本発明に係る排気還流装置の第1の発明においては、排気ガスの一部を吸気中に還流する排気還流装置を備えた内燃機関において、吸気行程中に排気弁を開閉する手段を具備した。

【0007】 第2の発明においては、前記内燃機関において、1気筒あたり2個以上の吸気弁と、少なくとも1個以上の排気弁を備え、該吸気弁、および排気弁を作動するカムを設けた第1カムシャフトと、少なくとも1個の吸気弁、および排気弁を作動するカムを設けた第2カムシャフトとを具備した。

【0008】 第3の発明においては、前記内燃機関において、少なくとも1個の吸気弁、および排気弁のバルブタイミングを、これらを開閉する第2カムシャフトのカムの位相を変化させることにより可変とした。

【0009】 第4の発明においては、前記内燃機関の吸気行程において、吸気弁の閉時期をピストン下死点前に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン上死点付近に設定し、運転条件によっては少なくとも1個の吸

30 気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点前に設定し得る弁駆動装置を備えた。

【0010】 第5の発明においては、前記内燃機関の吸気行程において、吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点前に設定し、運転条件によっては少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点後に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点付近に設定し得る弁駆動装置を備えた。

## 【0011】

【作用】 上記構成によれば、排気還流装置を備えた内燃機関に、1気筒あたり2個以上の吸気弁と、1個以上の排気弁と、吸気弁と排気弁とを駆動する第1カムシャフトと、少なくとも1個の吸気弁と排気弁とを作動する第2カムシャフトとを設け、第2カムシャフトの位相を変化させることにより、少なくとも1個の吸気弁と排気弁とのバルブタイミングを可変とした。

【0012】 そして、吸気行程において、吸気弁の閉時期をピストン下死点前に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン上死点付近とし、運転条件によっては

3

少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の閉時期をピストン下死点前に設定するようにした。そのため、高負荷時には低圧縮比の早閉じミラーサイクルとなり、その場合には排気還流は殆ど行われず、低負荷時には高圧縮比の通常サイクルとなり、その場合には排気還流が行われる。

【0013】あるいは、吸気行程において、吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の閉時期をピストン下死点前とし、運転条件によっては少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点後に設定するとともに、排気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するようにした。そのため、低負荷時には高圧縮比の通常サイクルとなり、その場合には排気還流が行われ、高負荷時には低圧縮比の遅閉じミラーサイクルとなり、その場合には排気還流は殆ど行われない。

【0014】

【実施例】以下に、本発明に係る排気還流装置の実施例について、図面を参照して詳述する。

【0015】図1は1気筒に吸気弁2個、排気弁2個を有するディーゼルエンジンのシリンダヘッド部分の平面断面図、図2はその側面断面図であり、図3は図1のX-X断面を示す側面断面図である。シリンダヘッド1には第1吸気弁2、第2吸気弁3、第1排気弁4、第2排気弁5、および第1カムシャフト10、第2カムシャフト20が装着されている。第1カムシャフト10には第1吸気弁2、第1排気弁4、および第2排気弁5用のカム11、12、および13が設けられており、カム12は直接第1排気弁4を作動し、カム11、およびカム13はそれぞれロッカアーム14、および15を介して第1吸気弁2、および第2排気弁5を作動する。第2カムシャフト20にはカム21、およびカム22が設けられ、カム21は直接第2吸気弁3を作動し、カム22は図3に示すように、シリンダヘッド1に装着されたレバーレバー23をピン24を中心に搖動させ、ロッカアーム15を作動させて、第2排気弁5を開閉する。第2カムシャフト20は図示しない駆動装置により予め定められた角度だけ回転するようになっており、カム21、およびカム22の位相をずらすことにより第2吸気弁3、および第2排気弁5のバルブタイミングを遅らせることができる。25はピストン、26、27は吸気通路、28は排気通路である。

【0016】つぎに、作動について説明する。図4は高負荷時におけるピストン25の動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図であり、縦軸は開口面積、横軸はピストン22の位置を示している。実線は弁1個の開口面積であり、細い2点鎖線は弁2個の総開口面積である。図中、Aは排気弁、Bは吸気弁、Cは第2排気弁を示す。すなわち、第1、第2排気弁4、5はピストン下死点前から開き始め、ピストン上死点付近で閉じる。そして、その位相は常に同一である。また、第1、第2吸

4

気弁2、3も位相は同一でピストン上死点付近から開き始め、ピストン下死点前90°付近で閉じるようになっている。ピストン上死点付近で第2吸気弁3が開くとき、同時に第2排気弁5がCに示すように短時間開くが、ピストン上死点付近であるため、殆ど排気ガスは吸気中には還流しない。したがって、燃費悪化、出力低下の恐れはない。

【0017】図5は高負荷時のP-V線図である。吸気行程において0から吸い込みを開始し、1aにおいて第1、第2吸気弁2、3は閉じるため筒内圧力は低下し、矢印に沿って1bに至る。圧縮行程で1bから1aを経て2aに至り、燃焼、膨張行程で2aから3、4に至り、排気行程で4から1cに至り、1cから0に至る。すなわち、早閉じミラーサイクルとなり、吸気行程の終わり付近では1a-1b-1aという膨張、圧縮を行うだけなので、実質的な圧縮比は低くなり、このときの圧縮比は1.1~1.3付近である。したがって、高出力化が可能となる。

【0018】図6は低負荷時におけるピストン25の動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図であり、この場合には第2カムシャフト20を駆動装置により回転させてカム21、および22の位相を変更し、第2吸気弁3の閉位置を遅らせてピストン下死点付近にする。図中、B1は第1吸気弁2を示し、B2は第2吸気弁3を示す。したがって、第2排気弁5はCに示す位置、すなわち、ピストン下死点前90°付近となり、排気ガスは吸気中に還流され、EGR率は高くなり、NOxの発生を低減する。

【0019】図7は低負荷時のP-V線図であり、吸気行程0-1、圧縮行程1-2、燃焼行程2-3、膨張行程3-4、排気行程4-1-0の通常のサイクル作動となる。このときの圧縮比は1.5~1.7で、良好な始動性と燃焼状況を得ることができる。

【0020】上記のエンジン負荷と、圧縮比、あるいはEGR率との関係を整理するとつぎのようになる。図8はエンジン負荷と圧縮比との関係を示す図であり、縦軸はエンジンの負荷、横軸はエンジン回転数を示す。一番外側の曲線はエンジンの最大出力時のトルク曲線である。図に示すように負荷が大きくなるほど圧縮比は低くなり、負荷が小さくなるほど圧縮比は高くなる。

【0021】図9はエンジン負荷とEGR率との関係を示す図であり、図8と同様に縦軸はエンジンの負荷、横軸はエンジン回転数である。図に示すように負荷が大きくなるほどEGR率は低くなり、負荷が小さくなるほどEGR率は高くなる。

【0022】図10は1気筒あたりそれぞれ2個の吸、排気弁を備えたガソリンエンジンのシリンダヘッド部分の平面断面図であり、図11は側面断面図、図12は図10のY-Y断面を示す側面断面図である。シリンダヘッド31には第1吸気弁32、第2吸気弁33、第1排

5

気弁34、第2排気弁35、および第1カムシャフト40、第2カムシャフト50が装着されている。第1カムシャフト40には第1吸気弁32、第1排気弁34、および第2排気弁35用のカム41、42、および43が設けられており、カム41はロッカアーム44を介して第1吸気弁32を作動し、カム42は直接第1排気弁34を作動し、カム43はシリンダヘッド31にピン45により搖動自在に軸着されたレバー46を介して第2排気弁35を作動する。第2カムシャフト50にはカム51、および52が設けられ、カム51は直接第2吸気弁33を作動し、カム52はシリンダヘッド31にピン53により搖動自在に軸着されたレバー54によりレバー46を搖動させ、第2排気弁35を開閉する。第2カムシャフト50は図示しない駆動装置により予め定められた角度だけ回転するようになっており、カム51、および52の位相をずらすことにより第2吸気弁33、および第2排気弁35のバルブタイミングを遅らせることができる。55はピストン、56、57は吸気通路、58は排気通路である。

【0023】つぎに作動について説明する。図13は低負荷時のピストン55の動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図であり、縦軸は吸、排気弁の開口面積、横軸はピストン55の位置を示している。実線は弁1個の開口面積であり、細い2点鎖線は弁2個の総開口面積を示している。図中、Aは排気弁、Bは吸気弁、Cは第2排気弁を示す。すなわち、第1、第2排気弁34、35はピストン下死点前から開き始め、ピストン上死点付近で閉じる。そして、その位相は常に同一である。第1、第2吸気弁32、33はともに位相は同一で、ピストン上死点付近から開き始め、ピストン下死点付近で閉じる。このとき第2排気弁35はピストン下支点前90°付近で短時間開き、排気ガスは吸気中に還流され、EGR率は高く、NOxの発生を低減する。

【0024】図14は低負荷時のPV線図であり、吸気行程0-1、圧縮行程1-2、燃焼行程2-3、膨張行程3-4、排気行程4-1-0のサイクル作動を行う。このときの圧縮比は1.1~1.3付近とし、始動性や熱効率を向上し、燃費低減やCO<sub>2</sub>の発生量低減が可能となる。

【0025】図15は高負荷時のピストン55の動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図であり、図中、Aは排気弁、B1は第1吸気弁32、B2は第2吸気弁33、Cは第2排気弁35を示す。この場合は図示しない駆動装置により第2カムシャフト50を回転させ、第2吸気弁33の閉時期をピストン下死点後90°とする。したがって、第2排気弁35の開閉時期はピストン下死点付近となり、排気ガスは吸気中に殆ど還流されない。したがって、燃費悪化、出力低下は発生しない。

【0026】図16は高負荷時のPV線図であり、吸気

6

行程0-1で吸気し、圧縮行程では1-1dでは第2吸気弁33が開いているため昇圧せず、1d点で第2吸気弁33が閉じるので圧縮行程は1d-2bとなる。以後は燃焼行程2b-3、膨張行程3-4、排気行程4-1-0の遅閉じミラーサイクル作動となる。このときの圧縮比は8~1.0付近であり、高出力発生可能であるとともに高出力時のノックングの発生を防止する。

#### 【0027】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、1気筒あたり2個以上の吸気弁と、少なくとも1個以上の排気弁とを有し、2つのカムシャフトにより吸、排気弁を作動し、1つのカムシャフトの位相を変更して少なくとも1個の吸気弁、および排気弁のバルブタイミングを可変にした。

【0028】そして、吸気行程で吸気弁の閉時期をピストン下死点前に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン上死点付近に設定したため圧縮比は低くなり、早閉じミラーサイクル作動となり高出力化が可能となるが、排気還流は殆ど行われないので高出力時の燃費悪化、出力低下は発生しない。また、低負荷時には少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定し、排気弁の開閉時期をピストン下死点前に設定できるようにしたため、圧縮比は高くなり、通常サイクル作動となり、始動性は良好で、燃焼状態も良く、EGR率は高くなつてNOxの発生を低減する。

【0029】あるいは、吸気行程で吸気弁の閉時期をピストン下死点付近に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点前に設定したため圧縮比は高くなり、通常サイクル作動となり、始動性は良好で、燃焼状態も良く、EGR率は高くなつてNOxの発生を低減する。また、高負荷時には少なくとも1個の吸気弁の閉時期をピストン下死点後に設定するとともに、排気弁の開閉時期をピストン下死点付近に設定できるようにしたため圧縮比は低くなり、遅閉じミラーサイクル作動となり高出力化は可能となるが、排気還流は殆ど行われないので高出力時の燃費悪化、出力低下は発生しない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の排気還流装置を備えたディーゼルエンジンのシリンダヘッド部分の平面断面図である。

【図2】同エンジンの側面断面図である。

【図3】同エンジンの排気弁駆動装置の側面断面図である。

【図4】同エンジンの高負荷時のピストンの動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図である。

【図5】同エンジンの高負荷時のPV線図である。

【図6】同エンジンの低負荷時のピストンの動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図である。

【図7】同エンジンの低負荷時のPV線図である。

【図8】同エンジンの負荷と圧縮比の変化との関係を示す図である。

7

【図9】同エンジンの負荷とEGR率の変化との関係を示す図である。

【図10】本発明の排気還流装置を備えたガソリンエンジンのシリンダヘッド部分の平面断面図である。

【図11】同エンジンの側面断面図である。

【図12】同エンジンの排気弁駆動装置の側面断面図である。

【図13】同エンジンの低負荷時のピストンの動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図である。

【図14】同エンジンの低負荷時のPV線図である。

8

【図15】同エンジンの高負荷時のピストンの動きと、吸、排気弁の開口面積との関係を示す図である。

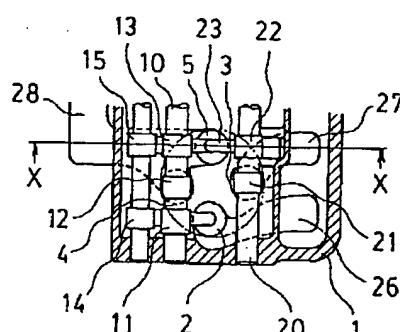
【図16】同エンジンの高負荷時のPV線図である。

【符号の説明】

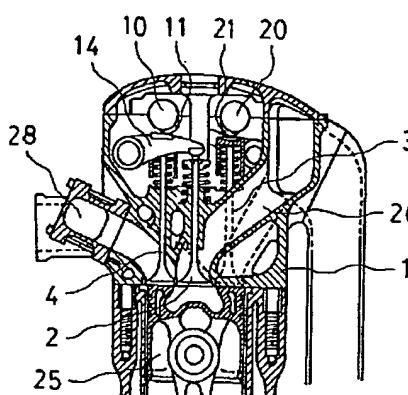
1、31…シリンダヘッド、2、32…第1吸気弁、3、33…第2吸気弁、4、34…第1排気弁、5、35…第2排気弁、10、40…第1カムシャフト、20、50…第2カムシャフト、14、15、44…ロッカーム、46、54…レバー。

10

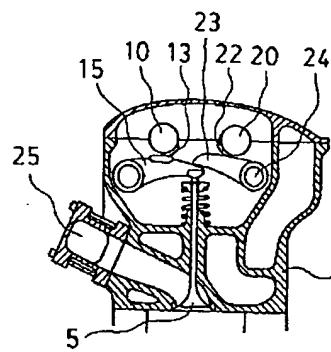
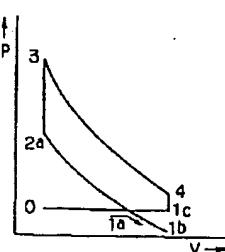
【図1】



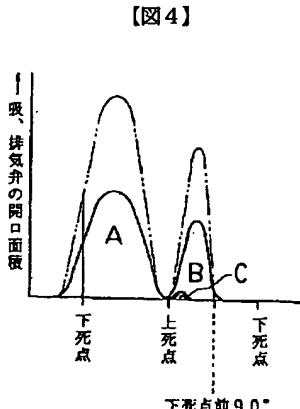
【図3】



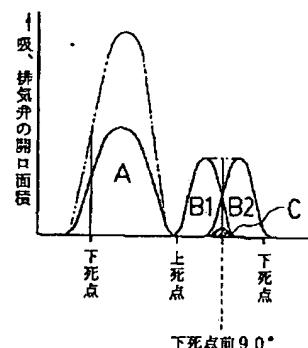
【図5】



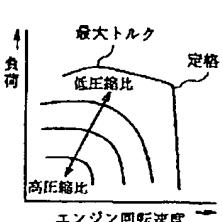
【図7】



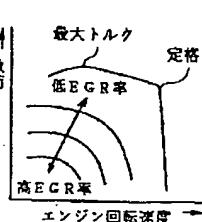
【図6】



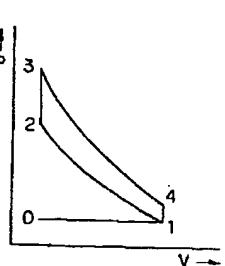
【図8】



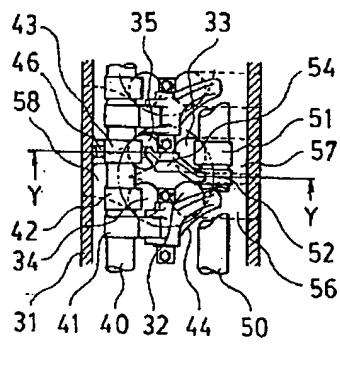
【図9】



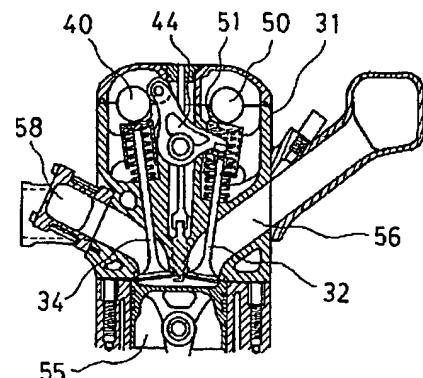
【図14】



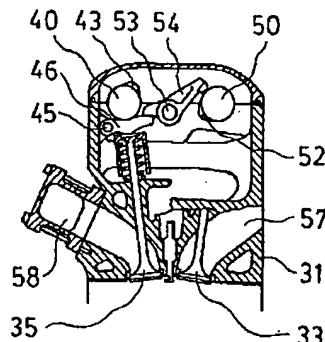
【図10】



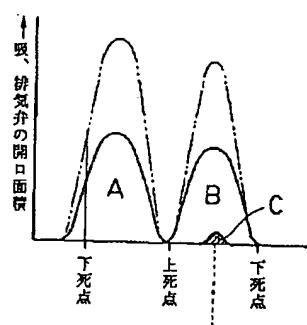
【図11】



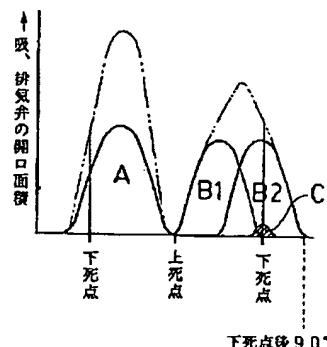
【図12】



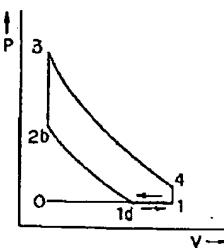
【図13】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int.CI.<sup>6</sup>

F 02 D 15/00

識別記号

府内整理番号

E

F I

技術表示箇所